

„PARADIGMA-WECHSEL“ UND
„NORMALE WISSENSCHAFT“ DURCH DIE BRILLE EINES
WISSENSCHAFTSTHEORETIKERS BETRACHTET*

Von
WALTER HOERING (München)

Als Darwin an Bord der *Beagle* ging, um seine große Reise in den Süden und die Vergangenheit zu beginnen, war er bereits ein Biologe mit umfassendem Wissen und festen Überzeugungen. Es war ihm schon aufgefallen, wie vollkommen die Lebewesen stets an ihre Umwelt angepaßt waren. Als er nun in die Gebiete kam, auf denen sich diese Umwelt, während sie durch Lebewesen bewohnt war, stark verändert haben mußte – geologische Indizien wiesen darauf hin – und trotzdem die Lebewesen an die augenblickliche Umwelt vollkommen angepaßt schienen, wurde ihm der Gedanke, daß die verschiedenen Arten von Lebewesen nicht starr, sondern einer Anpassung fähig seien, geradezu aufgezwungen.

Halten wir an dieser Stelle inne und rekapitulieren wir. Darwin war ausgegangen von folgenden Hypothesen: 1. starre Biosphäre, 2. enge Koppelung der Biosphäre an die Ökosphäre. Zusätzlich schien es für manche Gebiete vernünftig, die Hypothese anzunehmen: 3. starke Änderung der Ökosphäre. Hypothese 2. schien dort erfüllt. Also konnte Hypothese 1. nicht durchgängig wahr sein (1, 2).

Auf diese sehr rationale Weise wurde der tiefgreifende Übergang von einer statischen zu einer evolutionären Auffassung der Biologie in die Wege geleitet. Die evolutionäre Auffassung gestattet dann, Fragen zu stellen und im weiteren Verlauf auch zu beantworten, die im Rahmen der statischen Auffassung völlig sinnlos gewesen wären, etwa Fragen nach Verwandtschafts- und Abstammungsbeziehungen zwischen Pflanzen- bzw. Tierstämmen, insbesondere die weltanschaulich sehr erregende Frage nach den unmittelbaren (tierischen?) Vorfahren des homo sapiens: „Stammt der Mensch vom Affen ab?“ Es wurde auch möglich, das Linnésche Klassifizierungssystem evolutionstheoretisch zu verbessern und zu untersuchen.

All dies läßt sich recht gut in Lakatos' Terminologie der „research programs“ beschreiben (5–7). Das evolutionistische „research program“ überholte, über-

flügelte (superseded) das research program der statischen Auffassung insofern, als es Schwierigkeiten der ersten Auffassung beseitigte: nämlich den Widerspruch zwischen geologischen Tatsachen und biologischen Ansichten. Es gestattete immer wieder Voraussagen über die Existenz von Zwischengliedern in Entwicklungsreihen, die dann tatsächlich auch (zumindest als Fossilien) aufgefunden werden konnten: es erwies sich also als immer wieder empirisch progressiv (Lakatos). Die positive Heuristik des Programms konnte nach der Entdeckung der Vererbungsgesetze (G. Mendel) und später durch die Möglichkeit der chemischen Analyse der Gene (Erbfaktoren) sukzessive erweitert werden. Der feste Kern des Programms blieb aber weiterhin die Idee, daß unter den zufälligen Veränderungen des Erbgutes (Mutationen) die jeweils überlebendigen durch Umwelteinflüsse und den Kampf ums Dasein (struggle for life) ausgesondert werden.

Man könnte allerdings auch der Meinung sein, daß durch die erwähnten Hinzufügungen neuer Gesetze tatsächlich jeweils neue Forschungsprogramme festgelegt wurden. Lakatos betont zwar, daß ein Forschungsprogramm durch seinen festen Kern charakterisiert ist, gibt aber kein Kriterium, das eine scharfe Abgrenzung von Kern und Heuristik gestatten würde, so daß wir letzten Endes auch kein genügend scharfes Identitätskriterium für Forschungsprogramme besitzen.

Versuchen wir nun von dieser grob skizzierten Theorie von Lakatos die Auffassung von Thomas Kuhn abzusetzen (4). Der Verfolgung eines festen Forschungsprogrammes bei Lakatos entspricht bei Kuhn die normale Wissenschaft. Hier folgt der Wissenschaftler einem festen, allgemein anerkannten Satz von Vorschriften und Grundregeln des wissenschaftlichen Verhaltens, Vorschriften über Begriffs- und Theorienbildung, die nur in äußersten Notfällen – im Falle der Krisis, im Fall des Dominierens von Anomalien – umgestoßen werden. Den erwähnten festen Satz von Grundregeln des wissenschaftlichen Verhaltens nennt Kuhn *Paradigma*. Er wählte einen neuen Terminus, um zugleich die Art und Weise, in der jene Grundregeln gelernt werden – nämlich an Beispielen –, und die große Allgemeinheit jener Idee zum Ausdruck zu bringen, unter der er all das subsumieren möchte, was bei Lakatos Kern und Heuristik eines Forschungsprogrammes ausmachen. Dem *Paradigma-Wechsel*, der *wissenschaftlichen Revolution* bei Kuhn, entspricht in Lakatos' Terminologie der Übergang von einem Forschungsprogramm zum andern. Kuhn scheinen vornehmlich die revolutionären Perioden zu interessieren, in denen der Wissensfortschritt nicht mehr kumulativ verläuft – in denen vielmehr fest akzeptierte Annahmen umgestoßen werden. Kuhn selbst ist im Gegensatz zu Lakatos kein Wissenschaftstheoretiker, sondern versteht sich als Historiker und Wissenschaftssoziologe. Ihn interessiert das Bild der Wissenschaftler-Gemeinschaften, wie sie sich aufspalten und dann wieder vereinigen. In diesem Bild ist die vorrevolutionäre Periode innerhalb der einzelnen Wissen-

* Stark veränderter Text des Vortrags.

schaften dadurch charakterisiert, daß die Gemeinschaft der Wissenschaftler homogen ist, daß alle den gleichen Satz von Voraussetzungen – das gleiche Paradigma – gemeinsam haben. In Zeiten, in denen es schwierig wird, das Paradigma im Lichte der experimentellen Ergebnisse aufrechtzuerhalten, teilt sich die Gesamtgruppe der Wissenschaftler eines Fachgebiets in verschiedene Untergruppen, die sich mit mehr oder weniger – meistens mit weniger – gültigen Argumenten befähigen, und erst dann, wenn die Revolution vollendet ist, d. h. wenn eine dieser Untergruppen zur Herrschaft gekommen ist, tritt wieder ein Zustand ein, der dadurch charakterisiert ist, daß in jenem Fach wieder eine homogene Grundmeinung existiert, aufgrund derer man kleinere Probleme nach festen Regeln lösen kann: Kuhn nennt das *puzzle solving*.

Kuhn betont, daß zwischen Anhängern verschiedener Paradigmen ein totaler Zusammenbruch der Kommunikation und der rationalen Argumentation eintreten kann. Unser anfangs gegebenes, evolutionstheoretisches Beispiel zeigt, so scheint mir, daß zumindest letzteres nicht eintreten muß. Natürlich werden Übersetzungsschwierigkeiten auftreten. Wie soll in unserem Beispiel der Anhänger der statischen Auffassung den evolutionistischen Begriff der phylogenetischen Verwandtschaft in sein Vokabular übersetzen? Der Begriff „Ähnlichkeit“ wird nur eine mangelhafte Übersetzung des Verwandtschaftsbegriffes liefern – insbesondere, da es durchaus Ähnlichkeit ohne Verwandtschaft gibt (Analogie).

Wir wollen an diese kurze Gegenüberstellung von Kuhns und Lakatos' Ansichten keinen Versuch anschließen, sie gegeneinander abzuwägen. Hierfür müßte man sie schon viel genauer dargestellt haben, als uns das hier möglich war. Wir wollen statt dessen einige sofort ins Auge fallende Eigenschaften besprechen, die beiden Auffassungen gemeinsam sind.

Erstens handelt es sich um phänomenologische Theorien. Grob gesagt: sie beschreiben, aber sie erklären nicht. Sie beschreiben gewisse Normalformen historischer Entwicklung, aber sie erklären nicht, warum die Entwicklung sich normalerweise so und nicht anders vollzieht. Damit hängt zusammen, daß ihr Gültigkeitsbereich stark eingegrenzt wird. Das wäre aber nötig, denn allgemeingültig sind sie sicher nicht – auch dort, wo beide in ihren Aussagen übereinstimmen; etwa darin, daß nicht mehrere Forschungsprogramme oder Paradigmen längere Zeit nebeneinander bestehen. Rotschuhs Untersuchungen über die Entwicklung des Krankheitskonzepts und über die klinische Medizin (9) zeigen, daß durchaus zwei grundverschiedene Konzepte (Paradigmen) über hundert Jahre nebeneinander bestehen und angewendet werden können.

Zweitens ist die Beschreibung, welche unsere beiden phänomenologischen Theorien liefern, nur scheinbar klar und eindeutig. Wegen des großen Interpretationsspielraums der Begriffe „Forschungsprogramm“, „Paradigma“, „harter Kern“, „positive Heuristik“, wird es fast zu einer analytischen Wahrheit, daß man eine Folge von Theorien als Forschungsprogramm (bzw. als zu einem Para-

digma gehörig) auffassen kann. Nehmen wir nämlich an, wir hätten eine Folge von Theorien, T_i ($i = 1, 2, 3 \dots$), die zum Teil einander widersprechen, aber doch einige kontingente Sätze gemeinsam haben; dann ist die Menge aller sämtlichen T_i gemeinsamen Sätze $\cap T_i$ zwar eindeutig bestimmt und formal als harter Kern der Folge verwendbar – entspricht aber sicher nicht den Intentionen von Lakatos.

Was hier als abstrakte Möglichkeit vorgeführt wurde, nämlich eine extreme Interpretation von „harter Kern“, hat auch konkret bereits zu Kritik an Lakatos' Auffassung geführt. Musgrave (8) etwa rechnet das Gravitationsgesetz zum harten Kern von Newtons Theorie und nimmt dann die wiederholten Versuche von Leverrier und anderen, durch eine Modifikation dieses Gesetzes eine genauere Beschreibung der Merkur-Perihel-Drehung zu erreichen, als Beweis dafür, daß doch nicht immer der sogenannte feste Kern einer Theorie festgehalten werde. Es ist nicht schwierig – vielmehr allzu leicht –, hier Lakatos zu verteidigen. Man rechnet das Gravitationsgesetz eben nicht zum festen Kern von Newtons Theorie.

Wir sehen: Es gibt keine eindeutig festgelegte Interpretation für „harter Kern“. Ebenso verhält es sich mit den anderen Begriffen Forschungsprogramm, Paradigma usw. Und das liegt nicht an einem Mangel an historischem Wissen. Die genannten Begriffe sind im historischen Einzelfall prinzipiell nicht eindeutig aus den historischen Fakten zu erschließen; sie sind (im Sinne Carnaps) theoretische Begriffe von Lakatos' bzw. Kuhns Theorie. Man kann höchstens hoffen, sie im Laufe der weiteren Entwicklung dieser Theorie durch neue Zuordnungsregeln immer enger an die historische Empirie anzubinden, aber das ist bereits eigentlich ein wissenschaftstheoretisch-historisches Meta-Forschungsprogramm. All dies könnte einen zu der zynischen Auffassung kommen lassen, daß der Hauptvorteil der geschilderten wissenschaftstheoretischen Auffassungen in ihrem breiten Interpretationsspielraum liege. Doch das ist nicht so.

Der wichtige und vom Standpunkt der tatsächlichen wissenschaftlichen Praxis richtige Grundzug dieser Theorien (und das ist unser dritter Punkt), ist die Annahme, es gebe in den Einzelwissenschaften Klassen von Aussagen, die sich durch ihre verschiedene Standfestigkeit gegenüber Widerlegungen voneinander unterscheiden.

In der Himmelsmechanik etwa wird man bei Abweichungen der Planeten von ihren vorausgerechneten Bahnen nicht sogleich die ganze Newtonsche Mechanik verwerfen. Man wird zunächst versuchen, an den Randbedingungen zu drehen, dann vielleicht das Gravitationsgesetz verändern, und erst, wenn all das nichts hilft und eine plausible Alternative zu Newtons Theorie vorliegt, welche bessere Voraussagen liefert, diese alternative Theorie zunächst überprüfen und dann bei Bewährung akzeptieren – wie dies ja tatsächlich auch geschehen ist.

Wissenschaftler verteidigen also nicht alle von ihnen für wahr gehaltenen Aussagen mit gleicher Heftigkeit. Dafür gibt es zunächst keine logische Begründung. Vom logischen Standpunkt betrachtet werden im Falle eines Widerspruchs mit den Erfahrungsdaten stets ganze Theorien widerlegt. Die Stelle, an der die Theorie abzuändern ist, bleibt unbestimmt. Hier nun gestattet die Unterscheidung zwischen „hartem Kern“ und „Schutzgürtel“ zumindest eine versuchsweise grobe Lokalisierung des Fehlers. Hätte man innerhalb des Schutzgürtels eine weitere – vielleicht kontinuierliche – Abstufung der Standfestigkeiten – Lakatos verbietet das nicht –, dann wäre wenigstens eine Reihenfolge vorgezeichnet, in der man Verbesserungsmöglichkeiten ins Auge fassen könnte (man vergleiche etwa das eben geschilderte himmelsmechanische Beispiel). – Es bietet sich an, allgemein eine kontinuierliche Verteilung von Standfestigkeiten anzunehmen. Die ein Programm (seinen festen Kern) konstituierenden Sätze hätten dann nicht notwendigerweise den höchsten und einen gleichen Grad der Standfestigkeit. Verschiedenen, auf disparaten Gebieten operierenden Programmen könnte man verschiedene Standfestigkeiten zuordnen, usw.

Hiermit ist nur eine Möglichkeit aufgezeigt, eine gemeinsame Annahme von Kuhn und Lakatos: grobe Stufung der Standfestigkeit, etwas zu verfeinern und in sinnvoller Weise zu verallgemeinern. Eine wissenschaftstheoretische Rekonstruktion von „Standfestigkeit“ haben wir damit natürlich nicht gegeben. Eine solche wird etwas mit der „Wahrscheinlichkeit der Verwerfung eines Satzes“ zu tun haben müssen. Mehr können wir im Augenblick nicht sagen.

Wir sehen also, wir können von Kuhn und Lakatos lernen, indem wir ihre Auffassungen verallgemeinern. Wir können aber auch von ihnen lernen, indem wir die Auffassungen genauer analysieren. Versuchen wir uns zu vergegenwärtigen, welche Hypothesen mit der Annahme von Paradigmen bzw. Forschungsprogrammen verbunden sind. Beginnen wir mit ein paar Beispielen. Wenn ein Forscher nach Urmenschenüberresten sucht, nach dem „missing link“ zwischen Affe und Mensch, dann verrät er damit ein gewisses Vertrauen auf die Evolutionstheorie; dann ist er der Meinung, sie könnte in gewisser Weise noch weiter ausgebaut werden. Wenn ein Arzt eine Pockenimpfung verabreicht, wird er ihrer Schutzwirkung vertrauen, vielleicht nicht ganz blind wie der Patient, aber immerhin genug, um der Meinung zu sein, daß die Impfung zumindest statistisch gesehen Erfolg haben muß.

In diesen einfachen Fällen aus der Wissenschaft zeigt sich ein Zusammenhang zwischen Handlung und Erfolgserwartung, der uns auch sonst aus dem alltäglichen Leben geläufig ist. Natürlich kann eine Erwartung enttäuscht werden; und ein Betrachter kann sich täuschen über die Erwartung des Handelnden. Der erwähnte Zusammenhang zwischen Handlung und Erwartung wird sich aber bei genauerer Untersuchung stets feststellen lassen.

Was eben gesagt wurde, läßt sich auch auf den Bereich der Theorien und Forschungsprogramme übertragen, wo die Handlungen, die uns interessieren, die des Bleibens bei einer Theorie (oder einem Forschungsprogramm) oder des Übergangs zu einer andern Theorie (Forschungsprogramm) sind. Wir wollen im folgenden Absatz der Einfachheit halber nur von Theorien sprechen, meinen aber, mutatis mutandis, auch Forschungsprogramme.

Wenn ein Forscher bei einer Theorie bleibt, so verknüpft er im allgemeinen damit die Hypothese, daß sie besser (für seine Zwecke) sei als die anderen ihm bekannten. Wenn ein Forscher die Theorie wechselt, dann aufgrund einer analogen Hypothese. Den Forscher leiten aber nicht nur Hypothesen über spezielle Theorien, sondern auch solche über Theorienklassen; er mag z. B. in einer bestimmten Situation nur quantitative oder nur deterministische Theorien für akzeptabel halten, oder auch nur Galilei-invariante. Oft werden die Restriktionen, an die man sich bei der Einführung neuer Begriffe und Theorien hält, gar nicht artikuliert. Trotzdem sind sie wirksam. Für den Historiker stellt sich das Problem, derartige Restriktionen ans Tageslicht zu bringen, für den Wissenschaftstheoretiker die Aufgabe, eine Sprache für klare Formulierung bereitzustellen und damit ihre Analyse als rationale (oder nicht rationale) Faktoren der Wissenschaftsentwicklung vorzubereiten.

Ein Theorienwechsel kann innerhalb eines Forschungsprogrammes (oder Paradigmas) stattfinden. Wenn man hingegen ein Forschungsprogramm (oder Paradigma) akzeptiert, nimmt man damit auch eine bestimmte Hypothese über die Wissenschaftsentwicklung an. Die genaue Gestalt dieser Hypothese wird allerdings abhängen von der Art und Weise, wie man Wissenschaft im allgemeinen und jene Wissenschaft im besonderen rekonstruiert.

Hypothesen über die weitere Entwicklung der jeweiligen Wissenschaft werden in den Einzelwissenschaften laufend, allerdings oft implizit, angestellt. Diese Hypothesen über die Entwicklung sind ein wesentlicher Faktor für den Verlauf der tatsächlichen Entwicklung. Solche Hypothesen sind in natürlicher Weise mit den Auffassungen von Kuhn bzw. Lakatos verbunden. So spricht Kuhn von der „Erfolgsverheißung“ eines Paradigmas. Wissenschaftstheoretisch thematisiert und zum Gegenstand eingehender Untersuchungen wurden jedoch bis heute weder diese Hypothesen noch der angedeutete Rückkopplungseffekt. Ein Grund hierfür könnte sein, daß uns einfach die Mittel zur exakten Behandlung dieser Art von Hypothesen noch fehlen.

Das bringt uns zu der Frage, wie weit die formalen Hilfsmittel tragen, die wir z. Z. zur Verfügung haben. – Es muß zugestanden werden, daß sie nur gestatten, Übergänge zwischen den Theorien eines Forschungsprogramms, wie auch Übergänge zwischen zwei Forschungsprogrammen zu beschreiben. Man kann Aussagen über Mengen von Sätzen, die in den Forschungsprogrammen auftretenden Theorien bilden: etwa jene Satzmengen beschreiben, die sich beim Übergang von einer Theorie zur anderen oder von einem Programm zum andern

nicht verändern. Dies ist etwa in einer gemeinsamen Metasprache der in den Programmen auftretenden Theorien möglich. Man wird diese Sprache so einrichten, daß in ihr die Wahrheit objektsprachlicher Sätze ausdrückbar wird (vgl. Anhang S. 24 ff.).

Was sich etwa bei unserem eingangs erwähnten, Darwin betreffenden Beispiel beim Übergang vom statischen zum evolutionistischen Programm nicht verändert, ist die Voraussetzung 2.: „enge Koppelung der Biosphäre an die Ökosphäre“. Unsere Formulierung zeigt nicht, ob man die vielen biologischen Einzelgesetze, die daraus zu folgern wären, nicht auch ohne Mithilfe einer Metasprache zusammenfassen könnte. Überhaupt wird oft der Fall eintreten, daß sich Metagesetze in objektsprachliche Gesetze übersetzen lassen. In bestimmten Fällen aber, etwa wenn man die Erhaltung gewisser Invarianzgesetze beschreiben will, braucht man gewiß eine Metasprache. Invarianzbehauptungen z. B. sind in der jeweiligen Objektsprache zwar aufweisbar, aber nicht formulierbar; zu ihrer Formulierung muß man nämlich imstande sein, die syntaktische Operation der Substitution formal zu beschreiben, und das ist in der Sprache, in welcher die Substitution stattfinden soll, nicht möglich.

Fassen wir zusammen. Wir haben die Auffassungen von Kuhn und Lakatos skizziert, wobei uns insbesondere die beiden gemeinsamen und verallgemeinerungsfähigen Züge interessierten. Die Annahme einer kontinuierlichen Verteilung von Standfestigkeiten stellt sich als natürliche Verallgemeinerung ein. Mit der Annahme eines Forschungsprogrammes verbunden sind Hypothesen über die weitere Entwicklung der Wissenschaft – eine Art von Hypothesen, die bisher fast gar nicht untersucht wurde. Es liegt nahe, ein Paradigma oder ein Forschungsprogramm durch die Klasse jener Sätze zu beschreiben, die durch seine Entwicklung hindurch festgehalten werden, und diese Satzklasse durch Metagesetze zu charakterisieren. Eine derartige Beschreibung liefert noch keine Erklärung; sie ist nur ein allererster Schritt zu einem tieferen Verständnis der Wissenschaftsentwicklung.

Für uns sind die Auffassungen von Kuhn und Lakatos nur ein Anfang, kein Abschluß. Wir sehen sie als eine Herausforderung, Materialien für ihre Überprüfung und Verbesserung zusammenzutragen – eine Herausforderung, die sich in gleicher Weise an Wissenschaftshistoriker und an Wissenschaftstheoretiker richtet. Wir haben uns bemüht, hierzu einen Beitrag zu leisten.

ANHANG

Im Folgenden soll ein formales System skizziert werden, das die folgenden Eigenschaften und Bestandteile vereint. Eine mehrsortige prädikatenlogische Grundsprache S_0 , die über mathematische Entitäten verschiedener Art (etwa reelle Zahlen, Funktionen und Funktionale über ihnen) und daneben auch über

Dinge (und Relationen zwischen ihnen) zu sprechen gestattet. Die Sprache soll einen abzählbaren Vorrat an Prädikaten jeder Sorte und Stellenzahl besitzen.

Über der Grundsprache S_0 werden Metatheorien S_{i+1} beliebiger endlicher Ordnung errichtet mit syntaktischen Prädikaten zur Kennzeichnung von Formelmengen in S_i und einem Wahrheitsprädikat $W_i x$ zur Kennzeichnung der Wahrheit in S_i . Wegen der Universalität des Schemas und des unerschöpfbaren Vorrats an Prädikaten kann man so ohne Einschränkung der Ausdrucksfähigkeit innerhalb eines festen Rahmens Wachstum und auch Wechsel von Theorien beschreiben.

Syntax

Als Grundsymbole unserer Sprachen verwenden wir

„a“, „x“, „S“, „P“, „W“, „|“, „0“, „^“, „“, „(“, „)“.

Im weiteren Verlauf lassen wir bei der Erwähnung und Beschreibung von Formeln Anführungszeichen weg.

Weitere Mitteilungszeichen sind k, i für Ziffern, j, e für Sorten, l für n -Tupel von Sorten, y und y_i für Variable, $0, 1, 2, 3 \dots$ für $0, 00, 000, 0000 \dots$

Konvention: mit (a, b) , bzw. (a, b, c) etc. bezeichnen wir das geordnete Paar, Tripel etc. von a und b , bzw. von a, b und c .

Grundsprache S_0

Sortenzeichen haben die Gestalt (i, k) mit $i = 1$ oder 2 , $k = 1, 2, 3 \dots$

Individuenvariable schreiben wir a_i^j

Individuenkonstante schreiben wir x_i^j

Prädikatzeichen schreiben wir P_i^j ; l nennen wir die Sortigkeit von P_i^j

Prädikate schreiben wir $P^l(y_1, \dots, y_n)$

wobei $l = (j_1, \dots, j_n)$.

Metasprachen S_{i+1}

Variable: x_i

Konstante: $0, 00, 000 \dots$

Prädikate $W_i(y)$, $S(y_1, y_2, y_3)$ (für $y_1 + y_2 = y_3$)

$P(y_1, y_2, y_3)$ (für $y_1 \cdot y_2 = y_3$)

Wohlgeformte Formeln der Prädikatenlogischen Sprachen S_i werden wie üblich erklärt.

Aussagenjunktoren sind der Shefferstrich „|“; Quantoren schreiben wir „^ y “ (für alle y).

Numerierung

Die Numerierung soll eine berechenbare, eindeutige Abbildung der Zeichenreihen unseres Formalismus in die ganzen Zahlen liefern. Wir schreiben diese Abbildung (die nicht Teil des Formalismus ist) Nx .

Linearisierungskonvention: X_i , und X_i^j (mit $X = a$ oder x oder P) sind keine linearen Zeichenreihen; wir fassen sie für die Zwecke der Numerierung auf als (X, i) bzw. (X, i, j) .

Eine Möglichkeit, Zeichenreihen (die ja höchstens auf 11 Grundsymbolen aufgebaut sein können) zu numerieren, ist, sie als Ziffern in einem 11-er System aufzufassen. Das hat den Vorteil, daß die Nummer zweier hintereinander geschriebener Zeichenreihen durch Hintereinanderschreiben ihrer Nummern erhalten werden ($NS_1S_2 = NS_1NS_2$).

Semantik Sprache S_0

Wir legen eine (evtl. partielle) Bewertung M der Sätze von S_0 zugrunde. Eine solche partielle Belegung der Sätze mit w (wahr) und f (falsch) kann man auffassen als vollständige Belegung mit w, f und u (unbestimmt).

In der hier angegebenen Semantik wird in bezug auf beide Sortenklassen von Variablen (Konstanten) in üblicher Weise die Abgeschlossenheit hinsichtlich aussagen- und prädikatenlogischer Folgerung gefordert, also zum Beispiel: $\frac{Pa_i \text{ für ein } a_i}{\forall xPx}$ Hier steht \forall für $\neg \wedge \neg$

Das Besondere besteht darin, daß nur für eine Sortenklasse (1, ...) die Gültigkeit einer verallgemeinerten ω -Regel verlangt wird, also etwa

$$\frac{P^i a_i \text{ für alle } a_i}{\wedge x^i P x^i} \quad (I)$$

Systeme ohne (I) können ω -unvollständig sein – endlich oder rekursiv axiomatisierte Systeme der Arithmetik sind dies ja auch. So dienen Prädikate mit Variablen der Sorte (1, ...) zur Formalisierung mathematischer Attribute, die zu unvollständigen Theorien gehören, oder zu Theorien, deren Konstanten nicht vollständig durch die Konstanten einer Sorte repräsentiert werden (wie etwa wegen ihrer Mächtigkeit die reellen Zahlen).

Sätze, deren Wahrheitswert durch die oben angeführten Regeln nicht festgelegt wird, erhalten den Wert u. Man kann dies auch explizit machen durch folgende 3wertige Wahrheitstabeln, die Kleene (3) S. 334 die starken nennt. Wir geben sie für die üblichen Junktoren an, die ja aus dem Shefferstrich definierbar sind:

A	B	$A \vee B$	$A \wedge B$	$A \rightarrow B$	$\neg A$
w	w	w	w	w	f
w	f	w	f	f	
f	w	w	f	w	w
f	f	f	f	w	
w	u	w	u	u	
u	w	w	u	w	u
f	u	u	f	w	
u	f	u	f	u	
u	u	u	u	u	

Für quantifizierte Ausdrücke ergibt sich, wenn man den Wert eines Ausdrucks „A“ mit $V(A)$ schreibt:

$$\frac{V(Pa_k) = u \text{ für mindestens ein } a_k, \text{ sonst } V(Pa_k) = w}{V(\wedge xPx) = u}$$

$$\frac{V(Pa_k) = u \text{ für mindestens ein } a_k, \text{ sonst } V(Pa_k) = f}{V(\forall xPx) = u}$$

Sprachen S_{i+1}

$V(W_i[Na]) = V(a)$. So wird der Wert von $W_i x$ für Argumente festgelegt, die Namen von Sätzen aus S_i sind.

Ist b kein Name eines Satzes von S_i , dann setzen wir $V(W_i[b]) = u$.

Wie in S_0 gelten Kleenes starke Wahrheitstabeln für aussagenlogische Verknüpfungen, außerdem die ω -Regel

$$\frac{P(0), P(1), P(2), \dots}{\wedge xPx} \quad \text{und} \quad \frac{Pa}{\forall xPx}$$

mit den bereits bei S_0 angegebenen Ergänzungen für die u-Fälle.

LITERATUR

- (1) Gruber, H. E. (Hrsg.): Darwin on Man: A Psychological Study of Scientific Creativity, together with Darwin's early and unpublished notebooks, transcribed and annotated by P. H. Barrett. E. P. Dutton u. Co., Inc. 1974.
- (2) Besprechung von (1): Morrison, P., in Scientific American Bd. 231, No. 4, Oktober 1974, S. 138–140.
- (3) Kleene, S. C.: Introduction to Metamathematics, Amsterdam 1974.
- (4) Kuhn, T. S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt/M. 1967.
- (5) Lakatos, I.: Falsifikation und die Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme, in: Lakatos, I., u. Musgrave, A.: Kritik und Erkenntnisfortschritt, Braunschweig 1974, S. 89–183 (Englisch in: Lakatos & Musgrave (Hrsg.), Criticism and the Growth of Knowledge, Cambridge 1970).
- (6) Lakatos, I.: Replies to Critics, in: Buck, R. C., u. Cohen, R. S. (Hrsg.): Boston Studies in the Philosophy of Science, Bd. 8, Dordrecht 1971, S. 174–182.
- (7) Lakatos, I.: Die Geschichte der Wissenschaft und ihre rationalen Rekonstruktionen, in: Lakatos, I., u. Musgrave, A.: Kritik und Erkenntnisfortschritt, Braunschweig 1974, S. 271–309 (Englisch: Boston Studies, Bd. 8, vgl. (6)).
- (8) Musgrave, A.: Falsification and its Critics, Juli 1974 (vervielfältigt).
- (9) Rotschuh, K. E.: Vortrag auf dem Kongreß der Gesellschaft f. Wissenschaftsgeschichte, Münster, 8.–10. 5. 1975.

DISKUSSION

Die Herren Majer (Göttingen), Kamlah (Osnabrück), Sneed (München), Rapp (Berlin), Poser (Berlin) stellten Fragen zu Aufbau und Interpretation des von Hoering vorgeschlagenen Sprachschemas, die hier durch den „Anhang“, S. 24, in systematischer Weise beantwortet werden. Schäfer (Tübingen) betonte die doch recht starke Unterschiedlichkeit der Auffassungen von Kuhn und Lakatos, die unter anderem darin bestehe, daß Kuhn die Entwicklung der normalen Wissenschaft innertheoretisch, Lakatos diese aber als Theorienreihen, als intertheoretisch behandle. Auch dürfe man den Einfluß jener allgemeinen

Leitbegriffe nicht unterschätzen, die nicht den Einzelwissenschaften angehören: das, was Popper „the influential metaphysics“ nennt.

Rotschuh (Münster) warnte die Wissenschaftstheoretiker – die sich auf der Tagung gegenüber den Wissenschaftshistorikern in starker Überzahl befanden – davor, die Diskussion rein intern zu führen, und ermahnte sie, auf die Meinung der Historiker über die konkrete Anwendbarkeit ihrer Theorien zu achten. Hoering wies darauf hin, daß er selbst gerade ein Forschungsprogramm durchführe, das genau die Überprüfung wissenschaftstheoretischer Auffassungen über Wissenschaftsentwicklung an historischen Beispielen zum Ziele habe.

Töllner (Münster) fragte u. a., ob Hoering, wenn er die Konstanz gewisser Metagesetze im Wechsel der Theorien feststelle, eine Aussage über die Rationalität der Entwicklung machen wolle – was Hoering verneinte.

Geldsetzer (Düsseldorf) schließlich behauptete, daß Hoering durch seinen Begriffsapparat bereits eine normative Entscheidung über den Charakter der Wissenschaft treffe. Hoering verwies darauf, daß sein Schema nur eine exakte Sprache zur Beschreibung der Entwicklungen liefern wolle. Mit dem bloßen Gebrauch jener Sprache seien keine inhaltlichen Behauptungen verknüpft. Natürlich sei bei formalen Sprachen genauso wie bei natürlichen Sprachen nicht nur Gebrauch, sondern auch Mißbrauch möglich.

Protokoll: MICHAEL HEIDELBERGER (München)